อนาคต PS/2 คอมแพตทิเบิ้ล

ถ้าหากพีเอส/ทูและเอสเอเอ กลายเป็นมาตรฐานที่ยอมรับในวงการอุตสาหกรรมเมื่อใด ก็ถือได้ว่าสามารถนำซอฟต์แวร์เครื่องเล็กไปใช้งานในเครื่องขนาดใหญ่ได้ง่ายมาก ซึ่งจะช่วยเพิ่มยอดขายให้ทั้งมินิและเมนเฟรมของไอบีเอ็มด้วย

พีซีโตม

HARDWARE

ภูมิหลัง

เมื่อปี 1981 บริษัท ไอบีเอ็ม เป็นผู้เปลี่ยนโฉมหน้าของตลาดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาแล้วอย่างไม่หวนกลับ เครื่องไอบีเอ็มซิสเต็ม/ทู (รุ่น 50, 60 และ 80) ก็คงจะมีผลต่อทิศทางการพัฒนาคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กกันอย่างมากเช่นกัน อย่างไรก็ตาม เครื่องพีเอส/ทูได้รับการออกแบบขึ้นมาเพื่อ ***"ฆ่านักเลียนแบบ"*** *ดังนั้นการพัฒนาระบบที่จะคอมแพตทิเบิ้ลกับพีเอส/ทูจึงย่อมจะสิ้นเปลืองกว่า ยากกว่าและใช้เวลาที่นานกว่าการเลียนแบบเครื่องประเภทพีซีที่เคยผ่านมา*

เมื่อประมาณเดือนกุมภาพันธ์ปีนี้ (2531) บริษัทผู้ผลิตสินค้าที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างเครื่องพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ล 5 ราย หลังจากลงทุนไปหลายล้านเหรียญสหรัฐ เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ที่เป็นหัวใจของคอมแพตได้ยกขบวนกันไปจัดสัมมนาพิเศษว่าด้วยพีเอส/ทูกันที่ประเทศไต้หวัน บริษัทเหล่านั้นได้แก่

1. Chips & Technology (ผู้ผลิตไอซีประเภทใช้งานพิเศษหรือ ASIC ที่ดังที่สุดในโลก)

2. Phoenix Technologies (ผู้ผลิตซอฟต์แวร์ไบออสสำหรับใช้กับเครื่องคอมแพตทิเบิ้ล)

3. Adaptec Inc (ผู้ผลิตแผงวงจรควบคุมดิสก์ที่ดังมากรายหนึ่งของโลก)

4. The Santa Cruz Operation Inc (ผู้ผลิตออเปอเรติ้งซิสเต็ม SCO-XENIX)

5. Western Digital Corporation (ผู้ผลิตไอซีพิเศษประเภทควบคุมดิสก์และ ASIC ยี่ห้อฟาราเดย์)

ผู้เขียนได้รับเอกสารประกอบการสัมมนาเหล่านั้นมาบางส่วน พบว่ามีหัวข้อน่าสนใจควรจะนำมาเล่าสู่กันฟังในวารสารไมโครฯ ฉบับที่ว่าด้วยพีเอส/ทูอย่างมาก จึงเขียนบทความนี้เพื่อรายงานให้ผู้สนใจได้ทราบถึงความเคลื่อนไหวอันน่าตื่นเต้น บทความนี้มี 2 ตอน ตอนแรกกล่าวถึงฮาร์ดแวร์ ตอนที่ 2 จะกล่าวถึงไบออสและซอฟต์แวร์

เป้าหมายอันยิ่งใหญ่

แม้ว่าคงยากที่จะสร้างเครื่องพีเอส/ทูคอมแพตขึ้นมา (ไม่ว่าจะมองทางด้านฮาร์ดแวร์เทคโนโลยี หรือมองทางด้านการละเมิดสิทธิทางกฎหมายของไอบีเอ็ม) บริษัทชิปส์แอนด์เทคโนโลยีและอะแดปเท็คต่างก็ประกาศความพร้อมที่จะเสนอทางออกสมบูรณ์แบบสำหรับผู้ผลิตสินค้าประเภทพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ล เพื่อให้ผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเหล่านั้นซึ่งส่วนหนึ่งก็อยู่ที่ไต้หวันนั่นเองได้มีโอกาสสร้างเครื่องประเภท "เมนเฟรมตั้งโต๊ะ" ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเท่าที่จะหาซื้อได้ในวันนี้

Acer 1030 พีเอส/ทู รุ่น 30 คอมแพตทิเบิ้ล

บริษัทชิปส์แอนด์เทคโนโลยีจะผลิตวงจรควบคุมซีพียูและวงจรแสดงผลเป็นกราฟิก ส่วนอะแดปเท็คจะผลิตวงจรควบคุมอุปกรณ์ไอโอและดิสก์ประเภท**สแกสซี (SCSI)** และ **ESDI** ส่วนฟีนิกซ์จะผลิตเฟิร์มแวร์พวก **ROM-BIOS** สำหรับเครื่องที่สร้างขึ้น เพื่อให้เกิดผลรวมเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำงานคอมแพตทิเบิ้ล 100% กับไอบีเอ็มพีเอส/ทู รุ่น 50/60 และ 80 และจะใช้งานกับไมโครซอฟต์**โอเอส/ทู**และ SCO-XENIX ซิสเต็มไฟว์เท่าเทียมกับพีเอส/ทูทุกประการ

แนวทางที่บริษัททั้งหลายนำมาเสนอนั้นจะเพียงพอสำหรับผู้ผลิตแบบโออีเอ็ม (original equipment manufacturer) ที่มีอยู่มากในไต้หวัน จะได้เริ่มดำเนินการผลิตเครื่องพีเอส/ทูรุ่นที่มีความสามารถสูงสุดออกมาได้ภายในฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูร้อน (เม.ย.-ก.ค. 2531) นี้แน่นอน ในฐานะที่เป็นผู้นำทางด้านการออกแบบวงจรไอซีเฉพาะกิจ บริษัทชิปส์แอนด์เทคโนโลยีและอะแดปเท็คได้ประกาศรายการสินค้าซึ่งเป็นไอซีที่สามารถนำมาประกอบเป็นพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ล โดยมีขีดความสามารถเหนือกว่าพีเอส/ทูของไอบีเอ็มและไมโครแชนเนลบัสของไอบีเอ็ม รายละเอียดของไอซีเหล่านั้นได้รับการนำเสนอในการสัมมนาคราวนั้นด้วยโดยละเอียด

มาตรฐานใหม่ของอุตสาหกรรมพีซี

หลังจากที่ไอบีเอ็มประกาศตัวคอมพิวเตอร์ตระกูลพีเอส/ทูเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2530 นั้นปฏิกิริยาจากผู้ผลิตพีซีทั้งหลายออกจะรุนแรงและแยกเป็นสองแนวความคิด พวกหนึ่งกล่าวว่าจะไปไม่รอด อีกพวกหนึ่งได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ เขาเชื่อว่าพีเอส/ทูจะเป็นตัวเพิ่มความต้องการของคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กระดับ 16 และ 32 บิต เหตุผลสนับสนุนแนวคิดหลังเกิดจากไอบีเอ็มเองล้มเลิกการ

ผลิตคอมพิวเตอร์พีซีของเดิมทุกรุ่น และยังรายงานให้ผู้ถือหุ้นทราบอีกว่าพีเอส/ทูจำหน่ายได้ดีมาก

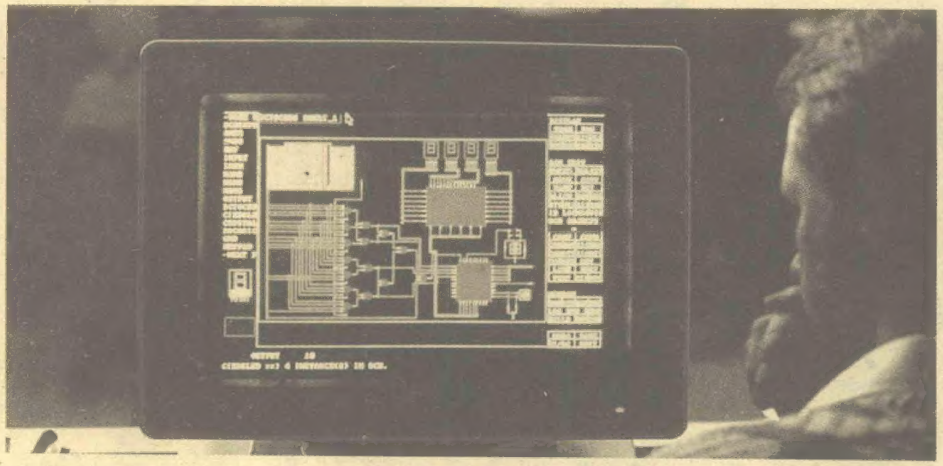
ความสำเร็จของพีเอสทูมีความหมายต่อไอบีเอ็มอย่างมาก เหตุผลหนึ่งที่เกี่ยวข้องก็คือพีเอส/ทูเป็นจุดเริ่มที่ไอบีเอ็มจะใช้แก้ปัญหาระยะยาวของบริษัท นั่นคือปัญหาซอฟต์แวร์เครื่องใหญ่และเครื่องเล็กใช้ร่วมกันไม่ได้ ถ้าหาก พีเอส/ทูและ**เอสเอเอ** (SAA-Systems Application Architecture เป็นสเปกเพื่อการพัฒนาโปรแกรม) กลายเป็นมาตรฐานที่ยอมรับในวงการอุตสาหกรรม เมื่อใด ก็จะถือได้ว่าสามารถนำซอฟต์แวร์จากเครื่องเล็กไปใช้งานในเครื่องขนาดใหญ่ได้ง่ายขึ้นมาก ผลประโยชน์ที่ได้รับก็คือ จะช่วยเพิ่มยอดขายของมินิคอมพิวเตอร์และเมนเฟรมของไอบีเอ็มด้วย

นี่คือสาเหตุที่ไอบีเอ็มโปรโมต SAA อย่างมาก และชี้แจงให้ทุกคนเชื่อมั่นว่าพีเอส/ทูจะกลายเป็นมาตรฐานใหม่ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

พีซีวันวานกับพีเอส/ทูในวันนี้

ในตอนแรกไอบีเอ็มแนะนำคอมพิวเตอร์ตระกูลไอบีเอ็มพีซีโดยจัดเป็น Open architecture กล่าวคือ มีเอกสารประกอบอย่างสมบูรณ์และใช้อุปกรณ์ไอซีมาตรฐานในเครื่องพีซีเหล่านั้น จนกระทั่งมีผู้ผลิตเลียนแบบการทำงานได้เหมือนกันหลายราย ซึ่งผู้ผลิตเครื่องคอมแพตเหล่านั้นเลือกแนวทางการขายในราคาที่ต่ำกว่าไอบีเอ็ม จากนั้นไม่นาน บริษัทชิปส์แอนด์เทคโนโลยีได้วางขายไอซีที่เรียกว่า **PC-AT Chip set** และบริษัทอะแดปเท็คขายดิสค์คอนโทรลเลอร์ราคาประหยัดแต่มีความเร็วในการทำงานได้ดีกว่าของไอบีเอ็ม ทำให้ผู้ผลิตเครื่องคอมแพตทิเบิ้ลอีกส่วนหนึ่งหันมาเน้นการขายที่อาศัยประสิทธิภาพของเครื่องซึ่งสูงกว่าไอบีเอ็ม แล้วประสบผลสำเร็จอย่างมากเช่นกัน

เมื่อถึงยุคพีเอส/ทูในวันนี้ สถานการณ์เปลี่ยนไปมาก ผู้พัฒนาเครื่องคอมแพตทิเบิ้ลประสบอุปสรรคต่าง ๆ ที่ไอบีเอ็มสร้างขึ้นอยู่หลายเรื่อง ที่สำคัญจริงๆ ก็ได้แก่



- ไอบีเอ็มเลิกใช้ไอซีมาตรฐานหันมาใช้ VLSI พิเศษ สร้างขึ้นเพื่อทำงานเฉพาะกิจ ไอซีเหล่านี้ไม่วางขายตามท้องตลาด

- ไอบีเอ็มใช้บัสแบบ**ไมโครแชนเนล** ซึ่งเป็นการออกแบบตามสเปกของไอบีเอ็มโดยเฉพาะ สเปกนี้ได้รับการเผยแพร่เพียงบางส่วนแต่ไม่ทั้งหมด

- อุปกรณ์สำคัญหลายชิ้นเป็นอุปกรณ์พิเศษไม่มีคำอธิบายหรือเอกสารทางเทคนิคประกอบใด ๆ ทั้งสิ้น

- ระบบไอโอพิเศษที่สลับซับซ้อนและทำงานแบบมัลติทาสกิ้งได้ และสามารถส่งผ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงกว่าตระกูลพีซีเอทีมาก

แม้จะมีอุปสรรคอย่างมากหากตามสืบดูกันจริง ๆ ก็จะพบว่า บรรดาบริษัทไอซีและซอฟต์แวร์ชั้นนำส่วนใหญ่กำลังทำหรือคิดจะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ลออกมาอย่างขะมักเขม้น

การเพิ่มขีดความสามารถ

ไอบีเอ็มพีเอส/ทูที่มีจำหน่ายในวันนี้มีทั้งประเภทรุ่นที่เป็น "สะพาน" สำหรับ DOS และรุ่นที่มีขีดความสามารถสูง ดังแผนผังในหน้าถัดไป

บริษัทอะแดปเท็คกล่าวว่า ได้ผลิตดิสค์คอนโทรลเลอร์ที่เหนือกว่าพีเอส/ทูใช้งานกับเครื่องขนาดกลางและขนาดใหญ่มาหลายปี ดังนั้นเมื่อมีพีเอส/ทูที่มีขีดความสามารถทางดิสค์สูง เช่น ใช้**อินเตอร์ลีฟแฟคเตอร์*** 1:1 และใช้ดิสค์อินเตอร์เฟสแบบ **ESDI** ที่ความเร็ว 10 MHz เท่ากับที่กำลังผลิตขาย

** อินเตอร์ลีฟแฟคเตอร์ ข้อมูลบนจานแม่เหล็กจะจัดเป็นวง (Track) แต่ละวงแบ่งเป็นหลายเซ็กเตอร์ ไฟล์แต่ละไฟล์จะใช้เนื้อที่หนึ่งหรือหลาย ๆ เซ็กเตอร์ ในการอ่านและเขียนเซ็กเตอร์ที่ "อยู่ติด ๆ กัน" โดยความจริงแล้ว จะเป็นการเขียนแบบกระโดดข้ามเซ็กเตอร์เพื่อช่วยให้ซีพียูมีเวลาสำหรับขนถ่ายข้อมูลจากดิสค์คอนโทรลเลอร์บัฟเฟอร์ไปยังหน่วยความจำ เพราะมิฉะนั้นแล้วจะอ่านหรือเขียนไม่ทันกับตำแหน่งของข้อมูล (ต้องรอให้ดิสค์หมุนผ่านมาใหม่ในรอบต่อไป ทุก ๆ เซ็กเตอร์ที่อ่าน) การเขียน/อ่าน ข้าม n เซ็กเตอร์ เขาเรียกกันว่ามี อินเตอร์ลีฟแฟคเตอร์ (n:1):1 ค่า n ที่เหมาะสมก็คือ ค่าที่ทำให้ระยะเวลาที่ดิสค์หมุนผ่านข้อมูล n เซ็กเตอร์ เท่ากับระยะเวลาที่ขนถ่ายข้อมูลพอดี นั่นหมายความว่าหากข้อมูลแบบซีเควนเชี่ยล ถูกบันทึกอยู่เต็มแทร็ค ในการอ่าน/เขียนทั้งหมดจะต้องใช้การหมุนถึง n รอบจึงจะอ่านหมด ในกรณีที่กล่าวว่าอินเตอร์ลีฟแฟคเตอร์ 1:1 นั่นก็คือการอ่านดิสค์โดยไม่ต้องกลัวว่าจะเก็บข้อมูลในเซ็กเตอร์ติด ๆ กันไม่ทัน (ทำได้โดยการใช้บัฟเฟอร์ขนาดเท่ากับ 1 แทร็ค หรือ dual port buffer)*

	PC-XT PC-AT	Pc-bus
	PS/2 model 25 PS/2 model 30	DOS-Bridge หน้าตาเป็นพีเอส/ทู แต่ฮาร์ดแวร์ไม่ได้เก่งไปกว่าพีซีมากนัก สร้างคอมแพตขึ้นมาไม่ยาก (ดูรูป Acer 1030)
จุดเน้นของบทความนี้	PS/2 model 50 PS/2 model 60 PS/2 model 80	**ใช้ไมโครแชนเนล**บัสและตั้งใจจะสร้างขึ้นมาเป็นเครื่องที่มีความสามารถสูง

อยู่ก็เกิดความเชื่อมั่นว่าจะสร้างสิ่งที่เคยทำมาก่อนให้ทำงานกับพีเอส/ทูได้ ในขณะเดียวกันบริษัทชิปส์แอนด์เทคโนโลยีก็เคยสร้าง PC-AT chip set สำหรับเครื่อง 286 (16 MHz) และ 386 (20 MHz) มาแล้ว ก่อนที่จะมาสร้าง**พีเอส/ทู ชิพ เซ็ต**เช่นกัน ชุดไอซีของบริษัทชิปส์แอนด์เทคโนโลยีสามารถยึดครองตลาดเอทีคอมแพตถึง 80% เพราะใช้เพียง 5 ตัว เพื่อทดแทนไอซีต่าง ๆ ของไอบีเอ็มเอทีแท้ ๆ 63 ตัว ในกรณีของพีเอส/ทูบริษัทชิปส์ฯกล่าวว่า โมเดล 50 ของไอบีเอ็มใช้ไอซี 119 ตัว ส่วนชิปส์แอนด์เทคโนโลยีใช้เพียง 68 ตัวเท่านั้น

โครงการร่วมมือกันสร้างพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ลนี้ได้รับความสนใจและการสนับสนุนอย่างมากจาก**เอสซีโอ** (The Santa Cruz Operation) และบริษัท**ฟีนิกซ์เทคโนโลยี** ซึ่งต่างก็พยายามที่จะให้ผลิตภัณฑ์ของตนคือ SCO-XENIX System V และ Phoenix ROM-BIOS ใช้งานได้ดีกับพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ลฮาร์ดแวร์ที่ใช้ไอซีของชิปส์แอนด์เทคโนโลยีและอะแดปเท็ค

ปัญหาสิทธิบัตรและลิขสิทธิ์

ไอบีเอ็มจดสิทธิบัตรและมีลิขสิทธิ์อยู่หลายอันเพื่อป้องกันการคัดลอกแบบของอุปกรณ์ที่ทำงานกับพีเอส/ทูไมโครแชนเนล อย่างไรก็ดีคาดว่าไอบีเอ็มจะทำเช่นที่เคยปฏิบัติมาตลอดก็คือ มีการออกใบอนุญาตการใช้งาน ผู้ที่ได้ใบอนุญาตแม้ไม่มีสิทธิลอกเลียนฮาร์ดแวร์ที่ไอบีเอ็มทำขึ้น แต่จะมีสิทธิสร้างขึ้นมาใหม่ด้วยสูตรที่แตกต่างออกไป (แต่ใส่เข้าเครื่องแล้วทำงานถูกต้องตามสเปก)

ระหว่างที่ไอบีเอ็มก้าวสู่การออกใบอนุญาตใช้งานอย่างช้า ๆ บริษัทก็ได้ให้ความสนับสนุนผู้ที่ทำซอฟต์แวร์และผู้ผลิตบอร์ดต่อเติมขยายเครื่องทั้งหลายกันอย่างมาก ทั้งนี้ก็คงจะเพื่อให้สินค้าตระกูลใหม่นี้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางนั่นเอง

กลยุทธ์ของชิปส์แอนด์เทคโนโลยีและอะแดปเท็ค

บริษัท Chips and Technology และ Adaptec ได้สรุปถึงกติกาเรื่องพีเอส/ทูของไอบีเอ็มว่าบริษัทไอบีเอ็มต้องการ

- ให้มีสมรรถนะแบบเมนเฟรม
- จะใช้กลยุทธ์การครองตลาดเดียวกับเมนเฟรมกล่าวคือ
- ใช้ไอซีพิเศษ
- ใช้ซอฟต์แวร์พิเศษ
- ไม่เปิดเผยให้เห็นเอกสารด้านสถาปัตยกรรมของระบบ
- ใช้วิธีการวิจัยและพัฒนาแบบเดียวกับที่สร้างเมนเฟรม (ในบางเรื่อง)

จากนั้นชิปส์ฯและอะแดปเท็คได้เน้นถึงความสำคัญของการเข้าสู่ยุคแห่งพีเอส/ทูว่า

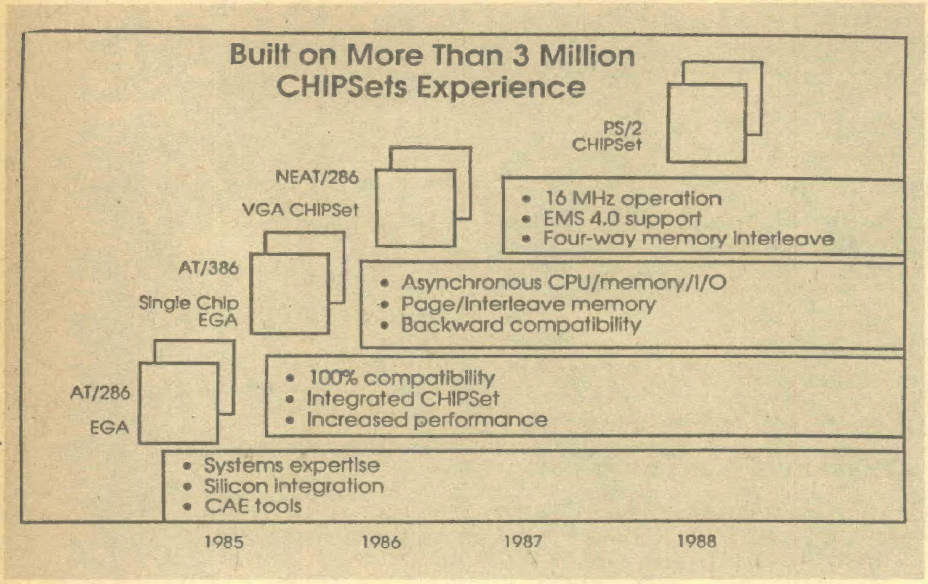
- การสร้างเครื่องที่ "คอมแพต" ยากขึ้นมาก
- ถ้าอยากจะ "คอมแพต" ก็ต้องลงทุนมากพอควร
- ต้องเน้นที่สมรรถนะที่สูงกว่า
- ฮาร์ดแวร์ถึงซอฟต์แวร์ประสานกันใกล้ชิดกว่าเดิม
- อาจจะต้องมีผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดบ่อยขึ้น

ในการต่อสู้เพื่อความอยู่รอดในโลกของพีเอส/ทูผู้ผลิตจะต้อง

- มีความเข้าใจในระบบพีเอส/ทูอย่างถ่องแท้
- ผลิตอุปกรณ์ที่ทำงานได้ดีระดับเมนเฟรม
- มีการรวมตัวกันระหว่างโครงสร้างสถาปัตยกรรมและการสร้างไอซี
- จะต้องเสนอทางออกที่เป็นส่วนผสมระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
- ต้องมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงและการขยายขีดความสามารถ

	PC AT Compatibles	PS/2 Compatibles
High-End	AT/386 CHIPSet 16/20 MHz	CHIPS/280 16/20 MHz
Mid-Range	NEAT/286 CHIPSet 12/16/20 MHz	CHIPS/250 12/16/20 MHz
Low-End	82C100 SXT 8/10 MHz XT	82C100 SXT 8/10 MHz Mod 30
Graphics	CS8241 EGA 82C245 VGA	CHIPS/451 VGA PLUS CHIPS/452 SUPER VGA

รูปที่ 1 ไอซีจาก Chips and Technology สำหรับการผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น AT และ PS/2 คอมแพตทิเบิ้ล



รูปที่ 2 ผลงานของ Chips and Technology

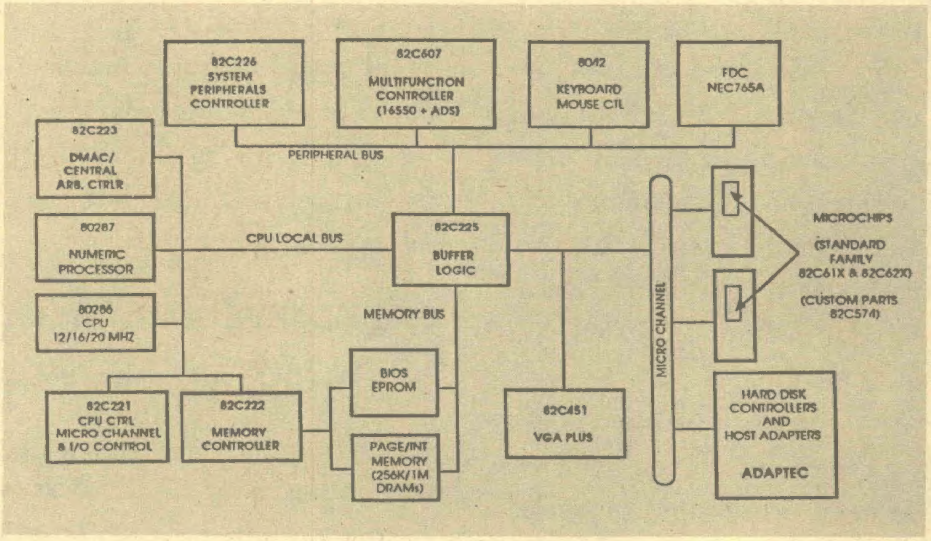
วงจรใหม่ๆ จากชิปส์ฯ

ประกอบด้วยวงจรไอซีขนาดใหญ่ที่ช่วยให้ผู้ผลิตทั่ว ๆ ไปสามารถนำไปสร้างพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ลขึ้นมาได้ทั้งระดับล่าง (รุ่น 30) ระดับกลาง (รุ่น 50, 60) และระดับสูง (รุ่น 80) ได้ดังสรุปไว้ในรูปที่ 1 ซึ่งมีการเทียบกับผลงานด้านเอทีคอมแพตจากชิปส์ฯเดิมที่กำลังผลิตขายอยู่ นอกจากวงจรประเภทควบคุมซีพียูแล้วชิปส์ฯ ยังมีผลิตภัณฑ์ด้าน graphics display controller ด้วย ตั้งแต่ระดับ EGA, VGA จนถึง VGA-plus และ Super VGA ออกมาด้วย

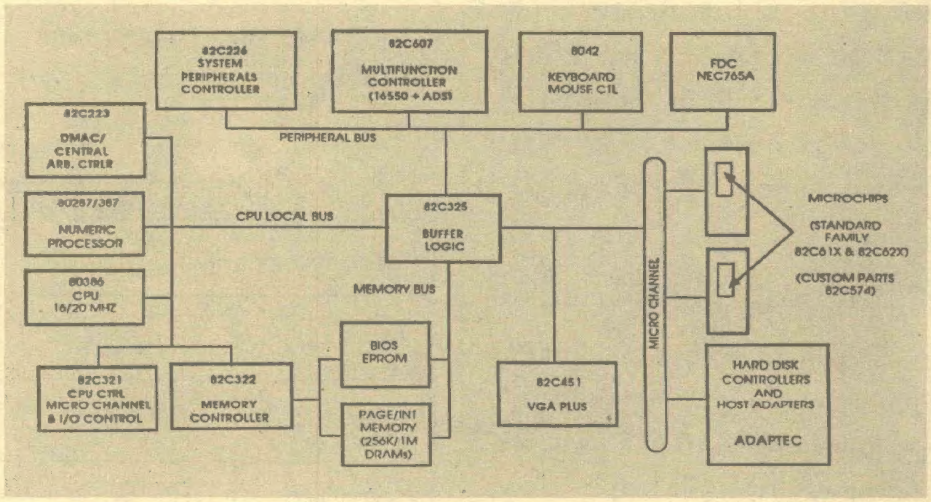
สำหรับตำแหน่งของ PS/2 CHIPset นั้น จัดได้ว่าเป็นผลงานล่าสุดของบริษัทชิปส์ฯ ที่เกิดขึ้นหลังจากมีประสบการณ์สร้าง CHIPset ประเภท 286/386 และ EGA, VGA มากกว่า 3 ล้านชุด (ดูรูปที่ 2)

เป้าหมายแรกของชิปส์ฯก็คือความสามารถด้านคอมแพตทิเบิ้ล ซึ่งในที่นี้ชิปส์ฯหมายถึง

- ความสามารถทางลอจิกเทียบเท่ากับไอบีเอ็มในระดับ gate ต่อ gate



รูปที่ 3 CHIPS/250 สำหรับสร้างเป็นพีเอส/ทู คอมแพตทิเบิ้ล รุ่น 50/60



รูปที่ 4 CHIPS/280 สำหรับสร้างเป็นพีเอส/ทู คอมแพตทิเบิ้ล รุ่น 80

- ทำงานตรงกับไอบีเอ็มแม้กระทั่งในหน้าที่ซึ่งไอบีเอ็มไม่ได้เปิดเผย

- ทำงานตรงตามสเปกด้านเวลา (ความเร็ว) ของไมโครแชนเนลทุกประการ

- มีการวิเคราะห์ระบบอย่างครบถ้วน

- ได้ทดสอบกับออเปอเรติ้งซิสเต็ม OS/2, ดอส และ XENIX เรียบร้อยก่อนวางตลาด

เมื่อได้ความ "คอมแพต" อย่างครบถ้วนแล้ว ชิปส์ฯคาดหวังว่าไอซีที่ผลิตขึ้นจะช่วยทำให้คอมพิวเตอร์มีสมรรถนะสูงกว่าและทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้ดีกว่าพีเอส/ทูของไอบีเอ็มแน่นอน ทั้งนี้โดยอาศัยเทคนิคที่เหนือกว่าสเปกของพีเอส/ทู ซึ่งได้แก่

- การทำงานที่ 12, 16, 20 MHz (เทียบกับ 10 MHz ของไอบีเอ็มรุ่น 50, 50Z) หรือ 20, 25 MHz (เทียบกับ 20 MHz ของ IBM PS/2 รุ่น 80)

- มี VGA cycle ที่เร็วกว่าของไอบีเอ็มถึง 2 เท่า

- การใช้ "matched memory" เพื่อทำให้มี cycle ของไมโครแชนเนลที่ดีกว่าสเปกถึง 50%

หมายเลขไอซีต่าง ๆ ที่ชิปส์ฯ ผลิตขึ้นเพื่อสร้างเป็นเครื่องคอมแพตกับรุ่น 50 เรียกว่า CHIPS/250 ดังแสดงในรูปที่ 3 ส่วนรุ่น 80 คอมแพตทิเบิ้ลใช้ชุดไอซีที่เรียกว่า CHIP/280 ดังแสดงในรูปที่ 4

จุดเด่นของไอซีจากชิปส์ฯ

เอกสารจากชิปส์ได้ชี้แจงถึงข้อได้เปรียบเด่น ๆ ของการใช้ไอซีจากชิปส์ฯ ไว้ดังนี้

1. การออกแบบระบบหน่วยความจำที่ทรงประสิทธิภาพ (ดูรูปที่ 5)

2. ประหยัด (ดูรูปที่ 6)

3. มีความเด่นในตนเองไม่เลียนแบบใคร (ดูรูปที่ 7)

- มีสถาปัตยกรรมของหน่วยความจำ 2 แบบคือ แบบธรรมดาและแบบ paged interleave*
- CHIPS/250 เมื่อทำงานกับหน่วยความจำแบบธรรมดา จะทำงานได้ที่ 12MHz ไม่มีจังหวะรอ (0 wait state) เทียบกับไอบีเอ็มรุ่น 50/60 ซึ่งทำงานที่ 10MHz (1 wait state) โดยใช้ไอซีความจำ (RAM chip) ความเร็วดังนี้

ความเร็วของซีพียู	จำนวนจังหวะรอ	ความเร็วของ RAM
10MHz	0	≤ 100 ns
12MHz	0	≤ 80 ns
12MHz	1	≤ 120 ns

- CHIPS/250 เมื่อทำงานแบบ paged interleave สามารถลดต้นทุนของไอซีความจำได้มาก แถมยังเพิ่มสมรรถนะการทำงานอีกด้วย กล่าวคือใช้แรมชิพความเร็วไม่สูงมากก็ทำงานได้ดี

ความเร็วของซีพียู	จำนวนจังหวะรอ	ความเร็วของ RAM
10MHz	0.7 - 0.5	≤ 200 ns
12MHz	0.7 - 0.5	≤ 150 ns
16MHz	0.7 - 0.5	≤ 120 ns

- ไอซีหมายเลข 82C222 (advanced memory controller) คือไอซีซึ่งทำให้ระบบที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ที่ความเร็วสูง ทั้ง ๆ ที่ใช้ไอซีความจำแบบไดนามิก (DRAM) ในราคาที่ต่ำสุด
- เป็นไอซียุคที่ 3 ของ Chips (หลังจากมีประสบการณ์กับ AT/386 และ NEAT)
- ทำงานแบบ paged interleave แบบ 2 ทาง และ 4 ทาง
- ทำงานกับหน่วยความจำที่ชำรุดเป็นส่วน ๆ ได้ 4 กลุ่ม ๆ ละ 16KB (bad block remapping)
- ทำงาน paging กับหน่วยความจำ 1, 2, 3 และ 4 แถวได้ เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการจัดสรรหน่วยความจำให้กับเครื่องหลาย ๆ รุ่น
- ทำงานตามสเปก LIM EMS 4.0 ได้อย่างสมบูรณ์แบบเพื่อใช้กับโปรแกรมภายใต้ DOS และ Windows

รูปที่ 5 CHIPS/250 เพื่อหน่วยความจำที่ทรงประสิทธิภาพ

*คำอธิบายเกี่ยวกับการอินเตอร์ลีฟหน่วยความจำ

Dynamic RAM เป็นไอซีความจำที่มีความเร็วสูงราคาต่ำสุดในท้องตลาด ดังนั้นในการออกแบบคอมพิวเตอร์ที่มีความจำขนาดใหญ่จึงใช้ DRAM เกือบทั้งหมด อย่างไรก็ตาม DRAM มีจุดอ่อนอยู่เรื่องหนึ่งคือ ต้องการช่วงเวลาว่างอยู่นิดหนึ่งหลังจากการเข้าถึงข้อมูลทุกครั้ง (เรียกว่า precharge time) หากละเมิดข้อกำหนดนี้แล้วข้อมูลอาจสูญหายได้ ดังนั้นหากมีการอ่าน/เขียนข้อมูลจากหน่วยความจำแถวเดียวกันติดต่อกันก็จำเป็นจะต้องรอให้เวลาเท่ากับ percharge time ผ่านไปก่อน จึงจะอ่านข้อมูลครั้งที่ 2, 3 และต่อ ๆ ไปได้ ดังนั้นเพื่อลดเวลาการรอแอดเดรสของหน่วยความจำที่อยู่ติดกันอาจจะกำหนดให้กระจายไปอยู่ในหน่วยความจำแอดเดรสละแถว (หรือ Bank หรือ page) ทั้งนี้เพื่อให้การเข้าถึงหน่วยความจำส่วนใหญ่ซึ่งอ่านจากแอดเดรสติดต่อกันสลับไปมาระหว่างแถวทำให้ไม่ต้องรอช่วง precharge time (ยกเว้นกรณีที่แอดเดรสกระโดดไปลงแถวเดิม ซึ่งจะมีโอกาสเกิดเช่นนี้ขึ้นน้อยมาก) หน่วยความจำแต่ละแถวยังคงมี precharge time เต็มที่ แต่ซีพียูไม่ต้องคอย

- CHIPS/250 ลดจำนวนอุปกรณ์ลงมากดังผลการเปรียบเทียบ

IBM รุ่น 50 แท้ ๆ	CHIPS/250 คอมแพตทิเบิ้ล
119 ชิ้น + DRAM	68 ชิ้น + DRAM

- ทำงานกับ DRAM ความเร็วต่ำ เพื่อลดต้นทุนโดยไม่ลดสมรรถนะ

IBM รุ่น 50 แท้ ๆ	50 Z	CHIPS/250 คอมแพตทิเบิ้ล
120 ns ที่ 10MHz	85 ns	200 ns ที่ 10MHz
—		150 ns ที่ 12MHz
—		120 ns ที่ 16MHz

- ไอซีบรรจุในตัวถังแบบ PLCC และ PFP ซึ่งราคาต่ำ เมื่อเทียบกับตัวถังอย่างแพงแบบ PGA แบบกระเบื้องเซรามิกจากไอบีเอ็ม

รูปที่ 6 CHIPS/250 เพื่อความประหยัด

รูปที่ 7 CHIPS/250 เพื่อความเด่นของตนเอง

- มีขั้วไฟสำหรับต่อแบบ "matched memory" เพื่อความคล่องตัวในการออกแบบหน่วยความจำของผู้ผลิตโออีเอ็ม
- มีสัญญาณควบคุม EMS mapper จากภายนอก เพื่อการสร้าง EMS ที่สมบูรณ์แบบ
- มีสัญญาณที่บริษัทผู้ผลิตเลือกกำหนดได้ 4 เส้น เพื่อสร้างวงจรพิเศษที่ไม่ซ้ำแบบใคร โดยไม่ต้องเพิ่มไอซี
- มีคุณสมบัติที่กำหนดได้จากซอฟต์แวร์อีกมากมาย

เครื่องราคาต่ำ	เครื่องความสามารถสูง
80386 – 16, 20	80386 – 20, 25
หน่วยความจำแบบ page/interleaved	หน่วยความจำแบบมี cache
20 – 40MB ฮาร์ดดิสค์	ฮาร์ดดิสค์ 40MB เป็นต้นไป
ตั้งโต๊ะ	วางพื้นแบบตั้งยืน
ใช้ CHIPS/280 (16, 20MHz)	ใช้ CHIPS/281 (20, 25MHz)

รูปที่ 8 คุณสมบัติของพีเอส/ทู รุ่น 80 คอมแพตทิเบิ้ล เมื่อสร้างจากไอซีของ Chips

- มีวงจรทั้งหมดของอุปกรณ์ VLSI, PAL และอะแดปเตอร์ของเมนบอร์ด และไมโครแชนเนลของไอบีเอ็ม
- สามารถแสดงให้ดูได้ว่าทำงานกับไบออสของไอบีเอ็ม, OS/2 ฉบับใหม่และ Presentation Manager, XENIX อย่างถูกต้อง
- บูตขึ้นมาในโหมดไอบีเอ็มคอมแพตทิเบิ้ล (ซ่อนส่วนที่ Chips เพิ่มเติมออกไปไม่ให้มองเห็น)
- ทำงานเหมือน VLSI ของไอบีเอ็มในทุก ๆ จุด รวมทั้งรีจิสเตอร์และหน้าที่ต่าง ๆ ที่ไอบีเอ็มซ่อนไว้*ทั้งหมด*
- มีวงจรที่เรียกว่า "address recovery logic" เหมือนที่ไอบีเอ็มซ่อนไว้ในพีเอส/ทู รุ่น 80
- มีการออปติไมซ์การทำงานของโอเอสทูเหมือนไอบีเอ็มพีเอส/ทู กล่าวคือ ซีพียูรีเซ็ตเร็ว และเกต A20 ความเร็วสูง

รูปที่ 9 CHIPS/280 เพื่อความคอมแพตทิเบิ้ลสูงสุดโดยไม่มีข้อยกเว้น

หากผู้ผลิตหรือโออีเอ็มซื้อไอซีจากชิปส์ฯไปใช้งาน บริษัทชิปส์ฯเชื่อมั่นว่าจะสามารถนำไปประกอบเป็นรุ่น 50/60 คอมแพตได้อย่างรวดเร็วและในราคาที่ประหยัดมาก แถมยังมีการขยายสถาปัตยกรรมของไอบีเอ็มพีเอส/ทูออกไปอีกหลายทิศทาง ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกันกับที่ชิปส์ฯเคยช่วยให้บรรดาโออีเอ็มทั้งหลายยึดหัวหาดตลาดพีซีเอทีมาแล้ว บัดนี้โออีเอ็มได้โอกาสเช่นเดียวกันสำหรับไมโครแชนเนลแล้ว

จุดเด่นของไอซีจากชิปส์ฯ รุ่น 280

ชิปส์ฯเสนอไอซีในรุ่นนี้ 2 ชุด คือ CHIPS/280 และ CHIPS/281 สำหรับผู้สร้างรุ่น 80 คอมแพต ซึ่งจัดเป็น 2 ระดับ ดังสรุปไว้ในรูปที่ 8

บล็อกไดอะแกรมของไอซีชุด CHIPS/280 แสดงไว้ในรูปที่ 4

จุดเด่นของไอซีจากชิปส์ฯ รุ่น 280/281

ชิปส์ฯเน้นในประเด็นต่อไปนี้

1. "คอมแพตทิเบิ้ล" เต็มที่โดยไม่มีข้อยกเว้นใด ๆ (รูปที่ 9)

2. รวมวงจรต่าง ๆ ไว้ในไอซีมากที่สุด เพื่อใช้อุปกรณ์ภายนอกน้อย

ที่สุด (รูปที่ 10)

3. ประหยัด (รูปที่ 11)

4. สมรรถนะที่เหนือกว่า (รูปที่ 12)

ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งระบบที่คอมแพตทิเบิ้ลจริง ๆ กับพีเอส/ทูรุ่น 80 แต่ราคาประหยัดกว่า (ใช้ CHIPS/280) หรือทัดเทียมกัน (ใช้ CHIPS/281) โดยที่ทั้ง 2 รุ่นมีสมรรถนะการทำงานดีกว่ารุ่น 80 แท้อยู่มาก

กราฟิกระดับวีจีเอและเหนือกว่า

บริษัทชิปส์แอนด์เทคโนโลยีมีแผนการตลาดไอซีสำหรับสร้างเป็น **VGA (video graphics array)** คอมแพตทิเบิ้ล 2 ตัวด้วยกันคือ หมายเลข 82C451 (VGA) วางตลาดในไตรมาสแรกของ 1988 และตามด้วยหมายเลข 82C452 (Super VGA) ในไตรมาสที่สองของ 1988 ซึ่งไอซีทั้ง 2 ตัวใช้แทนกันได้ (pin compatible) และสร้างขึ้นเพื่อทำงานเป็นระบบกราฟิกความเร็วสูงที่เหมาะกับ OS/2 Presentation Manager

จุดเด่น ๆ ของไอซีชุดนี้ได้แก่ ความสามารถเท่ากับไอบีเอ็ม VGA ร้อยเปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้รวมถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ที่มีอยู่ในไอบีเอ็ม VGA แต่ไม่ได้รับการเปิดเผย นอกจากนั้นไอซี 82C451 ยังเหนือกว่า VGA ตรงที่ทำงานได้ละเอียดถึง 1K×1K พิกเซล พร้อมระบบ "แพน" ดูภาพในวิดีโอบิตแมปได้ด้วย ยิ่งไปกว่านั้น 82C451 ยังทำงานเป็น EGA, CGA, Hercules และ MDA ได้ดีกว่า

สำหรับซุปเปอร์วีจีเอ 82C452 นั้นยังเพิ่มความสามารถที่เป็นจุดอ่อนของกราฟิกอื่น ๆ อีกหลายด้าน ซึ่งจำเป็นต่อการทำงานของ Presentation Manager ได้แก่

- ระบบกราฟิกเคอร์เซอร์อัตโนมัติ ช่วยลดค่าโสหุ้ยทางซอฟต์แวร์ในการเลื่อนเคอร์เซอร์กว่า 95% (โดยปกติแล้วซอฟต์แวร์ประเภทวินโดว์ต้องเสียเวลาไปประมาณ 30% ในการจัดการเกี่ยวกับเคอร์เซอร์)

- การวาดภาพด้วยความเร็วสูงในโหมดใหม่ (กำลังจดสิทธิบัตรอยู่)

- การทำงานกับหน่วยความจำแบบ page mode เพื่อเพิ่มความเร็ว (เร็วกว่า VGA ปกติถึง 100%)

- มีโหมดการแสดงภาพมากกว่า VGA ได้แก่

- **640×480 (256 สี)**
- **960×720 (16 สี)**
- **1280×960 (โมโนโครม)**
- **ดิสเพลย์เมมโมรีถึง 1 MByte**

- ใช้บัสข้อมูลแบบ 16 บิต (เร็วกว่า VGA ปกติ 100%)

- ลองเปรียบเทียบผลของการรวมไอซี :
  - ไอบีเอ็ม รุ่น 50 มี 119 ตัว + DRAM
  - ไอบีเอ็ม รุ่น 80 มี 179 ตัว + DRAM
  - CHIPS/280 มี 66 ตัว + DRAM
- ใช้อุปกรณ์เพียงหนึ่งในสามของที่ใช้ในไอบีเอ็มโมเดล 80
- ใช้อุปกรณ์ประมาณครึ่งหนึ่งของไอบีเอ็มโมเดล 50
- สามารถสร้างคอมแพตทิเบิ้ลรุ่น 80 แบบตั้งโต๊ะได้ในตัวถังขนาดของพีเอส/ทู รุ่น 50

รูปที่ 10 CHIPS/280 รวมไอซีต่างๆไว้ในตัวเดียวกันมากที่สุด

- ใช้อุปกรณ์น้อยมาก เมนบอร์ดขนาดเล็ก
- ทำงานได้กับ DRAM ความเร็วต่ำแต่มีสมรรถนะสูงขึ้น สรุปการเปรียบเทียบกับไอบีเอ็ม

ไอบีเอ็ม รุ่น 80 แท้ ๆ	CHIPS/280 คอมแพตทิเบิ้ล
16 MHz 1 wait state ใช้ RAM 80 ns	16 MHz 0.5 – 0.7 wait state ใช้ RAM 100 ns

- ไอซีบรรจุในตัวถังแบบ PLCC และ PFP ราคาต่ำ เมื่อเทียบกับตัวถังอย่างแพงแบบ PGA ซีรามิกจากไอบีเอ็ม

รูปที่ 11 CHIPS/280 ต้นทุนต่ำกว่า

จากการศึกษาการทำงานของไมโครแชนเนลอย่างลึกซึ้ง บริษัท Chips ได้ปรับปรุงสถาปัตยกรรมของโมเดล 80 ไปในด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำงานดังนี้

- เพิ่มสเปกของไมโครแชนเนลให้ทำงานกับ "matched memory" ในโหมดความเร็วสูง (20 MHz 1 wait state/150 ns และ 25 MHz 2 wait state/160 ns) เพิ่มความเร็วได้ 33%
- เพิ่มสเปกเพื่อทำงานกับ VGA ในจังหวะ I/O และ memory ที่สั้นลง 50%
- ปรับปรุง memory controller ให้ดีขึ้น 8-10%
- ในระบบที่ทำงาน 16MHz DMA ทำงานที่ 10 MHz (ของไอบีเอ็มทำงานที่ 8 MHz)

รูปที่ 12 CHIPS/280 มีสมรรถนะที่เหนือกว่า

- ทำงานกับบัสแบบเอทีได้ดีเท่ากับพีเอส/ทู

จากต้นแบบถึงการวางตลาด

เนื่องจากเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีการแข่งขันสูงมาก กุญแจที่จะทำให้สามารถเอาชนะคู่แข่งขันได้ก็คือ เวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การสร้างเครื่องต้นแบบไปจนถึงการวางตลาด ผู้ผลิตเครื่องคอมแพตในไต้หวันจะต้องต่อสู้กันเองและต่อสู้กับพวกคอมแพตจากเกาหลี ญี่ปุ่น และสหรัฐฯ แน่ละไม่มีผู้ผลิตเครื่องรายใดในไต้หวันที่กล้าลงทุนพัฒนาสร้างไอซีแบบบริษัทชิปส์แอนด์เทคโนโลยี (ยกเว้นหน่วยงาน ERSO และ Acer) ดังนั้นทุกคนจึงเล็งเห็นว่าผลิตภัณฑ์จากชิปส์แอนด์เทคโนโลยี/อะแดปเท็ค/ฟีนิกซ์ไบออสเป็นฐานของการผลิต ซึ่งบริษัทเหล่านี้ก็ได้ให้ข้อเสนอที่น่าสนใจต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้

- **Development Board** (คือเมนบอร์ดพีเอส/ทู ทั้งบอร์ดสำหรับเป็นแม่แบบให้ไปออกแบบลายปริ๊นต์กันใหม่และเพิ่มส่วนที่เป็นพิเศษของตนเอง)
- **เอกสารวงจรไฟฟ้า**ของทั้งระบบ
- **ฟีนิกซ์ไบออสรอม**สำหรับให้ใช้งานกับ development board และเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นเอง

นอกจากนั้นสำหรับผู้ผลิตรายใหญ่ ๆ อาจจะมีส่วนร่วมในการดัดแปลงไอซีประเภท CHIPset บางส่วนได้ด้วย กล่าวคือ สามารถใช้บริการด้านการออกแบบไอซีของชิปส์แอนด์เทคโนโลยีได้ ทั้งส่วนที่เป็นกรรมวิธีการผลิตมาตรฐานและส่วนที่พิเศษนอกเหนือจากวิธีปกติ ทั้งนี้เพื่อเป็นการรับประกันว่าสามารถออกแบบและผลิตไอซีที่มีความพิเศษเป็นของตัวเองได้ในเวลาอันรวดเร็ว

กำหนดการเปิดตัวของ Development Kit ของชิปส์แอนด์เทคโนโลยีได้แก่

- มีนาคม 2531 ออกรุ่น DK250, DK451 (สำหรับรุ่น 50/60)
- พฤษภาคม 2531 ออกรุ่น DK280, DK452 (สำหรับรุ่น 80)

ส่วนการเปิดบริการออกแบบพิเศษของไอซีแต่ละชุดจะตามหลัง Development Kit อีก 1 เดือน

ฮาร์ดแวร์ด้านไอโอของพีเอส/ทู

เพื่อเป็นหนทางที่จะทำให้ผู้ผลิตพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ลต่อสู้กับไอบีเอ็มแท้ ๆ ได้ บริษัทอะแดปเท็คผู้ผลิตไอซีประเภทดิสค์คอนโทรลเลอร์ในพีเอส/ทูให้กับไอบีเอ็ม ได้ออกแบบไอซีขึ้นมาอีกหลายชุดออกจำหน่ายในตลาดทั่วไปด้วย สิ่งที่อะแดปเท็คได้เสนอแก่ผู้ผลิตพีเอส/ทูคอมแพตได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมจานแม่เหล็กคุณภาพสูงซึ่ง

- ทำงานได้ตามมาตรฐานพีเอส/ทูไมโครแชนเนลของไอบีเอ็ม 100%

- หมายเลข (แอดเดรส) ของไอโอพอร์ต และหน้าที่ของไบออสตรงกับไอบีเอ็มพีเอส/ทู รุ่น 50/60/80 ทุกประการ

- มีพื้นฐานเป็นไอซีของอะแดปเท็คซึ่งใช้ในไอบีเอ็มพีเอส/ทูตัวจริง

- ออกแบบขึ้นและทดสอบภายใต้วงจรไมโครแชนเนลของไอบีเอ็ม และวงจรของชิปส์แอนด์เทคโนโลยี

- ทำงานกับโอเอสของพีเอส/ทูทุกตัว (MS-DOS, DS/2, Xenix, Unix)

ผู้ผลิตที่เลือกใช้ไอซีของอะแดปเท็คจะสามารถผลิตเครื่องคอมแพตที่แตกต่างไปจากไอบีเอ็มได้ในหลาย ๆ จุดอาทิ

- ทางเลือกด้านสมรรถนะ (เช่น รับ/ส่งข้อมูลได้ไวกว่าไอบีเอ็มถึง 3 เท่า ใช้งานกับไดรฟ์ที่เร็ว ๆ ได้ ทำงานแบบมัลติทาสกิ้งได้)

- ทางเลือกด้านความจุข้อมูล (เช่น มีความจุหลายขนาดถึง 768 MB ต่อไดรฟ์ ทำงานกับไดรฟ์ประเภท MFM, RLL, SCSI และ ESDI)

IBM	สินค้าคอมแพตทิเบิ้ลจากอะแดปเท็ค	กำหนด
25/30	ACB-2072 - ฮาร์ดดิสค์คอนโทรลเลอร์แบบ RLL ต่อกับโดยใช้สาย ST412/506)	ออกแล้ว
	AHA-1020 - โฮสต์อะแดปเตอร์แบบ SCSI	ออกแล้ว
50/50Z 60	ACB-2010 - ฮาร์ดดิสค์คอนโทรลเลอร์ แบบ MFM สำหรับไมโครแชนเนล (ต่อกับไดรฟ์โดยใช้สาย ST412/ST506)	มีค. 31
	ACB-2670 - ฮาร์ดดิสค์คอนโทรลแบบ RLL สำหรับไมโครแชนเนล (ต่อกับไดรฟ์โดยใช้สาย ST412/ST506)	มิย. 31
60/80	ACB-26M20 - ฮาร์ดดิสค์คอนโทรลแบบมัลติทาสกิ้ง (ต่อกับไดรฟ์โดยใช้อินเตอร์เฟสแบบ ESDI)	กย. 31
	AHA-1640 - โฮสต์อะแดปเตอร์เชื่อมไมโครแชนเนลกับอุปกรณ์ I/O แบบ SCSI สมรรถนะสูง	กย. 31

รูปที่ 13 คอนโทรลเลอร์บอร์ดและโฮสต์อะแดปเตอร์สำหรับพีเอส/ทู คอมแพตทิเบิ้ลจากบริษัทอะแดปเท็ค

Disk Controller - แผงวงจรที่ใส่เข้าไปในตู้ซีพียู เพื่อต่อเข้ากับดิสค์ไดรฟ์	
Disk Drive	- ตัวเครื่องดิสค์ประกอบด้วยจานแม่เหล็ก มอเตอร์ เพลากลาง หัวดิสค์ มอเตอร์เลื่อนหัวดิสค์และวงจรอินเตอร์เฟส สำหรับฮาร์ดดิสค์ของไมโครคอมพิวเตอร์มีมาตรฐานการอินเตอร์เฟสอยู่ 3 แบบ คือ
ST412/506	ได้แก่ฮาร์ดดิสค์ที่ใช้กับ XT และ AT ที่ใช้กันเกือบทั้งหมดในประเทศไทยมีความเร็วในการขนถ่ายข้อมูลสูงสุดประมาณ 5 เมกะบิตต่อวินาที
SCSI	Small Computer System Interface ขณะนี้มีใช้กันเฉพาะในแอปเปิ้ล แมคอินทอช และคงจะเริ่มมีใช้ใน AT/386 และพีเอส/ทู คอมแพตระดับ 60/80 ในเร็ววันนี้ มีความเร็วในการขนถ่ายข้อมูลสูงสุด 9-15 เมกะบิตต่อวินาที
ESDI	Enhanced Small Device Interface เป็นมาตรฐานใหม่และคงจะมีใช้ใน AT/386 และพีเอส/ทูในเร็ว ๆ นี้ มีความเร็วในการขนถ่ายข้อมูลสูงสุด 10 เมกะบิตต่อวินาที
MFM	- Modified Frequency Modulation เป็นวิธีการเข้ารหัสข้อมูลไบนารี่ให้มีคุณสมบัติใช้ในการบันทึกลงสื่อแม่เหล็กได้ ใช้ในระบบฟลอปปี้ดิสค์ ดับเบิ้ลเดนซิตี้และฮาร์ดดิสค์ทั่ว ๆ ไป
RLL	- Run Length Limited coding เป็นวิธีการเข้ารหัสข้อมูลไบนารี่ให้มีคุณสมบัติใช้ในการบันทึกลงสื่อแม่เหล็กได้ แต่มีประสิทธิภาพดีกว่า MFM ราว ๆ 50% ดังจะเห็นได้จากการทำดิสค์ไดรฟ์ 20MB (MFM) มาใช้งานเป็น 30MB (RLL) โดยวิธีการเปลี่ยนคอนโทรลเลอร์บอร์ด

รูปที่ 14 คำศัพท์เกี่ยวกับดิสค์

- มีบัสแบบ SCSI สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รอบข้างแบบต่าง ๆ ได้สูงสุดถึง 56 ตัว

ทั้งนี้โดยไม่ต้องสูญเสียความเป็น "คอมแพตทิเบิ้ล" ใด ๆ ทั้งสิ้นในการขยายความสามารถดังกล่าว

รูปที่ 13 เป็นการสรุปแนวแผนการตลาดของบริษัทอะแดปเท็คว่าด้วยดิสค์คอนโทรลเลอร์และโฮสต์อะแดปเตอร์สำหรับใช้งานในพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ลทั้งหมด สำหรับท่านผู้อ่านที่ไม่ใช่คนขายคอมพิวเตอร์ที่ชำชองอาจจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับศัพท์ต่าง ๆ ซึ่งผู้เขียนขออธิบายไว้โดยสังเขปในรูปที่ 14

คุณสมบัติด้านสมรรถนะอื่น ๆ ของระบบดิสค์ที่บริษัทอะแดปเท็คนำมาเสนอค่อนข้างจะหนักไปในด้านเทคโนโลยี และอาจจะมีประโยชน์น้อยสำหรับท่านผู้อ่านทั่วไป (แต่อาจจะน่าสนใจมากสำหรับบรรดาผู้ขายคอมพิวเตอร์ที่อยากจะเรียนรู้จริง ๆ ว่าเขาเพิ่มสมรรถนะของดิสค์กันตรงไหน) ดังนั้นผู้เขียนจึงขอสรุปเพียงประเด็นสำคัญเชิงเปรียบเทียบระหว่างอะแดปเท็คและไอบีเอ็มไว้ดังรูปที่ 15 (สำหรับโมเดล 50) และรูปที่ 16 (สำหรับโมเดล 80)

ตลาดด้าน SCSI

SCSI (อ่านว่า สแกสซี) เป็นบัสขนานสำหรับเชื่อมออกมาภายนอกซีพียู คล้าย ๆ กับบัส IEEE-488 แต่สร้างขึ้นเพื่อการเชื่อมต่อเพอริเฟอรัลหลาย ๆ ยี่ห้อเข้าด้วยกัน โดยมีความเร็วในระดับสูงมาก (9-15 เมกะบิตต่อวินาทีสำหรับกรณีทั่ว ๆ ไป) ดังนั้นข้อได้เปรียบของการใช้ SCSI ก็คือ ความหลากหลายของอุปกรณ์สำหรับผู้ซื้อ รูปที่ 17 แสดงรายชื่อบริษัทที่มีธุรกิจเกี่ยวกับ SCSI ในปัจจุบัน

	IBM PS/2 Model 50	Adaptec ACB-2610	Adaptec ACB-2670
Encoding Scheme	MFM	MFM	RLL
Number of Drives	1	2	2
Total Capacity	20 MB	Up to 160 MB per drive	Up to 285 MB per drive
Access Time	80 ms	≥ 28 ms	≥ 28 ms
Bus Data Rate	3.3 MB/sec	10 MB/sec	10 MB/sec
Drive Data Rate	5.0 Mb/sec	5.0 Mb/sec	7.5 Mb/sec
Interleave	1:1	1:1	1:1

รูปที่ 15 เปรียบเทียบความสามารถของดิสค์คอนโทรลเลอร์จากอะแดปเท็คกับไอบีเอ็ม รุ่น 50

Encoding Scheme	IBM PS/2 Model 80	Adaptec ACB-26M20
Interleave	1 1	1:1
Number of Drives	2	2
Total Capacity	70-314 MB per drive	Up to 780 MB per drive
Access Time	30 ms	10-25 ms
Bus Data Rate	3 3 MB/sec	10 MB/sec
Drive Data Rate	10 Mb/sec	15 Mb/sec

รูปที่ 16 เปรียบเทียบความสามารถของดิสค์คอนโทรลเลอร์จากอะแดปเท็คกับไอบีเอ็ม รุ่น 80

- Altos
- Apple
- Apollo
- Archive
- AT&T Bell Labs
- Bell Northern Rsrch
- Boeing
- CDC
- Cipher Data
- Compugraphics
- Conner Peripherals
- Convergent
- DEC
- Eastman Kodak
- Epson
- Fujitsu
- General Electric
- Hewlett-Packard
- Hitachi
- IBM
- Intel
- Intergraph
- Matsushita Electric
- Maxtor
- Micropolis
- Miniscribe
- Nat'l Bur. of Stds.
- NEC
- Nixdorf
- Priam
- Prime
- Quantum
- Rodime
- Rolm
- Seagate
- Sun Microsystems
- Tandem
- Tektronix
- Toshiba
- Unisys
- Wang
- Wangtek

รูปที่ 17 รายชื่อบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์ตามมาตรฐาน SCSI

สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ประเภท SCSI เข้ากับพีเอส/ทูของไอบีเอ็ม หรือพีเอส/ทูคอมแพตนั้น บริษัทอะแดปเท็คได้สร้างไอซีสำหรับนำมาผลิตเป็นบอร์ดที่เรียกว่า "โฮสต์อะแดปเตอร์" ขึ้นมา 2 ตัว คือ AHA-1020 (พีเอส/ทู รุ่น 25/30) และ AHA-1640 (รุ่น 60/80) สำหรับไอซีตัวหลังอะแดปเท็คตั้งเป้าความสามารถไว้ค่อนข้างสูงว่าจะสามารถใช้งานได้ค่อนข้างกว้างกล่าวคือ

- ทำงานกับไมโครแชนเนลได้เต็มที่ (นั่นคือใช้กับ พีเอส/ทู และคอมแพต รุ่น 50/60/80 ได้)

- ทำงานเป็นผู้คุมบัสได้ (เพื่อรับ/ส่งข้อมูลที่ความเร็วสูงสุด)

- ทำงานแบบมัลติทาสกิ้งได้ (เพื่อใช้กับ OS/2 และ Xenix อย่างเต็มที่)

- ได้มาตรฐาน level 2 SCSI, CCS และ SCSI-2

- รับส่งข้อมูลแบบเอซิงโครนัสที่ความเร็วสูงกว่า 2 MBytes/วินาที (เพื่อใช้กับอุปกรณ์ราคาถูกความเร็วสูง)

- รับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสที่ความเร็ว 5 MByte/วินาที (เพื่อใช้อุปกรณ์ที่ทันสมัยที่สุดที่จะมีขึ้น)

สำหรับผู้ผลิตพีเอส/ทู และผู้ซื้อ SCSI หมายถึงการเชื่อมต่อดิสค์ประเภท SCSI เข้ากับเครื่องโดยผ่านโฮสค์อะแดปเตอร์ แทนที่จะผ่านดิสค์คอนโทรลเลอร์ที่ต่อกับไมโครแชนเนลโดยตรง นอกจากนี้ SCSI ชุดเดียวกันยังสามารถต่อพ่วงเข้ากับอุปกรณ์ประเภทเทปแบคอัพ ออปติคัลดิสค์เครื่องพิมพ์ด้วยลำแสงเลเซอร์ เครื่องสแกนภาพและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีผู้ผลิตเป็น SCSI อีกมากมาย โดยที่บัสแบบ SCSI นั้นเป็นสายเคเบิลอยู่ด้านนอกของซีพียู สามารถขยายได้โดยไม่ต้องเพิ่มสล้อตในตู้ ประโยชน์ที่ผู้ซื้อ SCSI จะได้รับปรากฏในรูปที่ 18

	IBM PS/2 Model 80	Adaptec AHA-1640
SCSI Attachment	Not available	Full synchronous, multitasking, SCSI support
Number of Disk Drives Supported	2 70-314 MB/drive	Up to 56 drives; full range of capacity and performance alternatives
Tape Support	Optional tape controller required	Fully supported by SCSI
Other Peripherals	Printers	Optical disk, printers, scanners, LANs, etc.
Multitasking Support	Up to 3 simultaneous tasks	Up to 255 simultaneous tasks
I/O Bus Bandwidth	Not applicable	5 MB/sec
Host Bus Bandwidth	3.3 MB/sec	8 MB/sec

รูปที่ 18 เปรียบเทียบการใช้อะแดปเท็ค SCSI กับไอบีเอ็ม รุ่น 80

ไบออสและซอฟต์แวร์

ทั้งสองรายการไม่ใช่เป็นเรื่องย่อย ๆ ที่ผู้ผลิตพีเอส/ทูคอมแพตจะละเลยไป บทความนี้คงจะจบลงไม่ได้ถ้าไม่มีการกล่าวถึงไบออสและซอฟต์แวร์ ผู้เขียนขอเชิญท่านที่สนใจติดตามในไมโครคอมพิวเตอร์ฉบับหน้าซึ่งจะเป็นเรื่องพีเอส/ทู ซอฟต์แวร์ และตอนที่ 2 ของบทความนี้ซึ่งเป็นตอนจบ

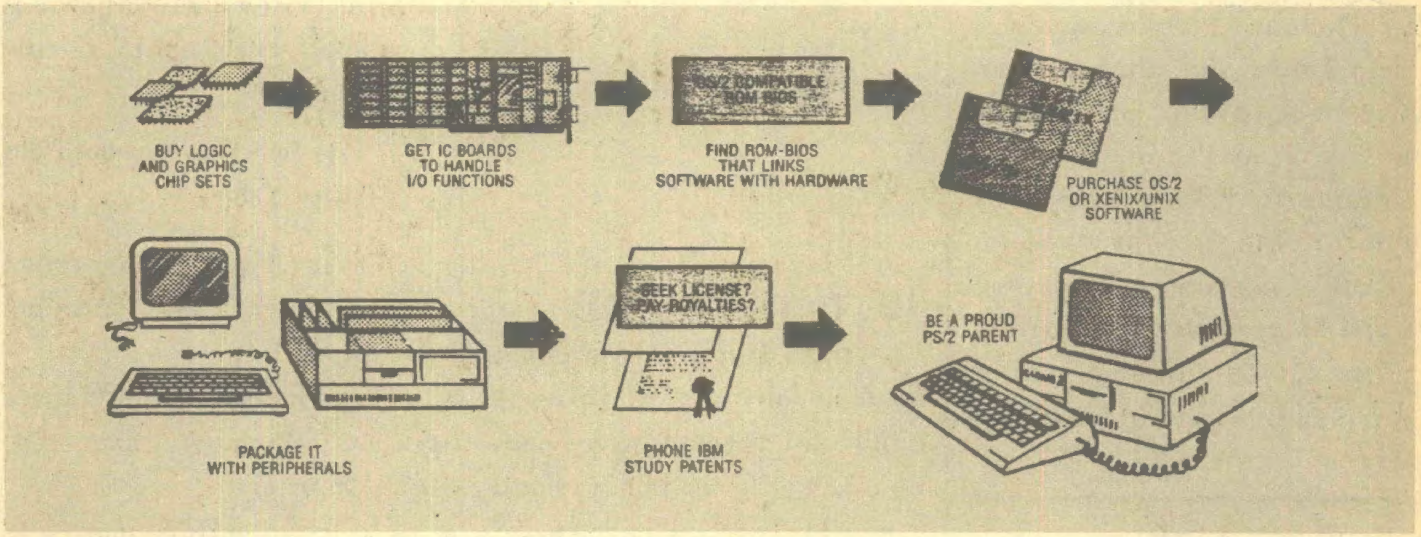
สรุป

ทุกวันนี้ใคร ๆ ก็เอ่ยถึงพีเอส/ทู และพูดถึงปริศนาพีเอส/ทูคอมแพตทิเบิ้ลว่าจะเกิดขึ้นหรือไม่ จะโดนไอบีเอ็มฟ้องหรือไม่ ไอบีเอ็มเองเคยป่าวประกาศอย่างแข็งกร้าวว่าจะจัดการทางกฎหมายขั้นเด็ดขาดกับผู้ที่ทำเลียนแบบ แต่ภายหลังดูเหมือนว่าไอบีเอ็มสุ้มเสียงอ่อนลงในเรื่องนี้ นายโรบินสัน โฆษกของคอมพิวเตอร์ออโตเมชั่น (CA) บริษัทที่ประดิษฐ์กลไกหลายอย่างในไมโครแชนเนลกล่าวว่า เขาเชื่อว่าผู้ที่คิดจะทำพีเอส/ทูเลียนแบบที่สมบูรณ์จริง ๆ คงจะต้องใช้กรรมวิธีที่ CA จดสิทธิบัตรเอาไว้และน่าจะมาขอใบอนุญาตจาก CA ซะก่อน *(แล้วคุณจะคิดว่ายังไงกันมั่ง)*

บริษัทไอบีเอ็มเองจ่ายเงินจำนวนหนึ่งแสนเหรียญสหรัฐให้ CA เพื่อสิทธิในการใช้วิธีการของ CA ในพีเอส/ทูไมโครแชนเนล ผู้สังเกตการณ์ทั้งหลายต่างก็เชื่อว่าหากไอบีเอ็มจ่ายให้ CA ผู้ผลิตคอมแพตทั้งหลายก็คงจะต้องทำตามไอบีเอ็ม

ไอบีเอ็มมีเหตุผลอันหนักแน่นที่จะทำให้พีเอส/ทูเป็นเครื่องที่เลียนแบบได้ยาก เพราะไอบีเอ็มสูญเสียยอดขายนับเป็นหลายพันล้านดอลลาร์ให้แก่ผู้ผลิตพีซีคอมแพตทิเบิ้ลในทศวรรษ 1980 ปีที่แล้วยอดขายพีซีของไอบีเอ็มประมาณ 6 พันล้านดอลลาร์ คิดเป็น 15% ของรายรับทั้งหมด ดังนั้นการปกป้องตลาดของพีเอส/ทูจึงเป็นสิ่งจำเป็นทีเดียว ดังข่าวคราวจากวารสารคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีรีวิว ฉบับเดือนกุมภาพันธ์ 2531 พาดหัวข่าวว่า ธุรกิจพีเอส/ทู "โคลน" เป็นตำรับอาหารอันโอชะสำหรับนักกฎหมาย รูปที่ 19 เป็นการสรุปขั้นตอนการผลิต พีเอส/ทู คอมแพตและจุดสำคัญที่จะต้องปฏิบัติทางด้านเทคนิคและทางด้านกฎหมาย

คอยพบกับความมันอย่างมีระดับในฉบับหน้า



รูปที่ 19 ขั้นตอนสำคัญในการสร้างพีเอส/ทู คอมแพตทิเบิ้ลโดยไม่ถูกฟ้องละเมิดสิทธิบัตร